

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-269286

(43)Date of publication of application : 05.10.1999

(51)Int.Cl.

C08J 7/00
H05H 1/24

(21)Application number : 10-074197

(71)Applicant : JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY CORP
PEARL KOGYO KK

(22)Date of filing : 23.03.1998

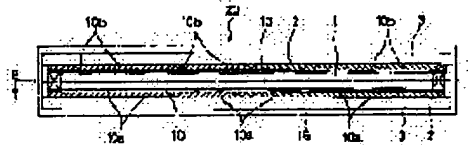
(72)Inventor : SAEKI NOBORU
GOTO KOJI

(54) APPARATUS FOR PLASMA TREATMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve the substantial reduction of production cost of an apparatus by simplifying the electrode structure as well as the miniaturization of the whole of the apparatus, the broader applicability to a great variety of materials to be treated and the easiness in the incorporation of the apparatus into the in-line of production process and to effect a predetermined surface treatment assuredly and efficiently by obviating the electrical power loss due to abnormal discharge and generating constantly stabilized glow discharge plasma even under atmospheric pressure.

SOLUTION: An apparatus for plasma treatment is provided with a high-voltage electrode 1 formed in the form of a solid batten, an insulator 2 on both sides of the higher-voltage electrode in the thickness direction thereof and an oppositely disposed grounded electrode 3 between which the insulator 2 is sandwiched, wherein a passage for feeding a reactive gas is formed through the solid inside of the high-voltage electrode 1 by a drilling process and a plurality of slit-like gas-discharge openings 10a and 10b respectively are formed on each side of the front and back faces of the high-voltage electrode 1 in the width direction thereof, fragmentarily alongside the longitudinal direction and alternately on the front and back faces thereof. The member 10 for discharging a gas stream comprising a plurality of slit-like gas-discharging openings 10a and 10b is constructed so that the gas stream can be discharged onto the surface of the material to be treated in a substantially linear direction from the member 10.



Partial English Translation of Japanese Patent Laying-Open No. 11-269286

[0004]

[Problems to be solved by the Invention]

However, according to the conventionally proposed atmospheric pressure plasma treatment apparatus disclosed in Japanese Patent No. 2589599, a reaction gas supply path having a double duct structure is formed in a box-shaped discharge part of which one end is closed, pairs of thin-plate-shaped high voltage electrodes and grounded electrodes are arranged so as to be opposed through an insulating material separator on an open lower end side within the box-shaped discharge part, and a cylindrical discharge space openly connected to the reaction gas supply path is formed between the electrodes, so that the constitution of the electrode part is very complicated, and there have been problems such that its assembling is very difficult, the cost of the whole device is high, abnormal discharge such as spark or arc discharge is likely to be generated, and glow discharge plasma generation under the atmospheric pressure tends to become unstable because of power loss due to the abnormal discharge.

[0005]

The present invention was made in view of the above problems, and it is an object of the present invention to provide a plasma treatment apparatus that is small in size as a whole, can be applied to various kinds of object to be treated and easily incorporated in an in-line of a production process, has a simple structure in an electrode part, largely reduce production costs, and eliminate power loss due to abnormal discharge to generate stable glow discharge plasma even under the atmospheric pressure, whereby a predetermined surface treatment can be surely and efficiently performed.

[0012]

[Embodiments of the Invention]

Embodiments of the present invention will be described below with reference to

the drawings. Fig. 1 is a side view showing First Embodiment of a plasma treatment apparatus according to the present invention, Fig. 2 is a bottom view thereof, Fig. 3 is a vertical front view taken along line A-A in Fig. 1, and Fig. 4 is a vertical side view taken along line B-B in Fig. 2.

[0013]

An atmospheric pressure plasma treatment apparatus 20 according to First Embodiment basically includes a high voltage electrode 1 formed in a shape of a solid batten, band-shaped insulators 2, 2 provided on both sides of high voltage electrode 1 in a thickness direction thereof, a pair of back and front band-shaped grounded electrodes 3, 3 so as to be electrically apart from high voltage electrode 1 through insulators 2, 2 and connected to the earth, and a cover casing 4 formed of aluminum in an angular U-shape so as to entirely surround high voltage electrode 1, grounded electrodes 2, 2 and insulators 3, 3 except for discharge parts 15, 15 formed between high voltage electrode 1 and grounded electrodes 3, 3 on one end side in a width direction.

[0014]

As shown in Fig. 4, a reaction gas supply path 6 for supplying mixed reaction gas combining inert gas containing helium gas or hydrogen and reaction gas containing oxygen or fluorine-containing compound (fluorocarbon) gas, under the atmospheric pressure, is formed in a longitudinal direction of the electrode through a hole-forming process over the whole length in the longitudinal direction of the electrode and a press fitting of a plug 5 to both ends of the hole (refer to Fig. 5), through a solid inside of high pressure electrode 1. A cooling water circulation path 8 is formed so as to be parallel to reaction gas supply path 6 through a hole-forming process over the whole length in the longitudinal direction of the electrode and a press fitting of a plug 7 to both ends of the hole (refer to Fig. 5), at a part above reaction gas supply path 6 through the solid inside, and a feed terminal 9 is provided at one end (upper end) in the width direction of high voltage electrode 1.

[0015]

As clearly shown in Fig. 5, a plurality of semicircular slit-like gas-discharge openings 10a ..., 10b ... are provided in a fragmentary manner along the longitudinal direction of the electrode on the front and back surfaces on the other end side in the width direction of high voltage electrode 1 in the solid batten. These slit-like gas-discharge openings 10a ..., 10b ... are arranged alternately on the front and back surfaces along the longitudinal direction of the electrode such that parts of the slit-like gas-discharge openings positioned alternately on the front and back surfaces are overlapped to each other, and are connected to reaction gas supply path 6 through small holes 11a ..., 11b The plurality of slit-like gas-discharge openings 10a ..., 10b ... on the front and back surfaces constitute a discharge part 10 that can discharge gas stream (hereinafter, containing plasma flare) containing chemically active excited seeds generated with the generation of the glow discharge plasma at discharge parts 15, 15, toward the surface of the target to be treated almost linearly.

[0016]

Reference numeral 12 in Fig. 1 designates a setting bracket for atmospheric plasma treatment apparatus 20 mounted on both ends of cover casing 4 in the longitudinal direction thereof so that upper and lower positions can be adjusted. As shown by a phantom line in Fig. 1, when there is provided such as an exhaust duct 16 for collecting exhaust gas after having been ejected from discharge part 10 in atmospheric plasma treatment apparatus 20 to the surface of the target and having reacted, the inert gas can be recycled as well as a working environment can be kept clean. Electrode 1 may be less exposed by attaching a Teflon insulating tape on the surface of high voltage electrode 1 in atmospheric pressure plasma treatment apparatus 20 according to First Embodiment.

[0017]

Next, description will be made of the usage configuration and the operation of atmospheric pressure plasma treatment apparatus 20 constituted as described above according to First Embodiment. As shown in Fig. 6, a resin sheet material 13 such as

PTFE as one example of the target to be treated is horizontally set and atmospheric pressure plasma treatment apparatus 20 is set and fixed to an upper part of the middle position of the transportation path of a continuously transporting conveyor 14 so as to cross the same. While resin sheet material 13 is horizontally transported by conveyor 14, the reaction gas is supplied to reaction gas supply path 6 under the atmospheric pressure or a near pressure thereof (slightly reduced or increased) and is introduced into discharge parts 15, 15 formed between high voltage electrode 1 and grounded electrodes 3, 3 through the plurality of small holes 11a ..., 11b ... and slit-like gas-discharge openings 10a ..., 10b ..., and a high frequency voltage (10 KHz to 500 MHz) is applied to the high voltage electrode 1, whereby glow discharge plasma is generated at the discharge parts 15, 15 under the atmospheric pressure and the reactive gas stream containing the chemically active excited seeds such as ion and radical generated by the plasma, that is a plasma flare, is ejected almost linearly from discharge part 10 formed by the plurality of slit-like gas-discharge openings 10a ..., 10b ..., to the surface of resin sheet material 13. Consequently, the surface of resin sheet material 13 is hydrophilically-augmented and resin sheet material 13 can considerably improve smoothness and adherence properties to a coating material or ink.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-269286

(43) 公開日 平成11年(1999)10月5日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I
C 0 8 J 7/00	3 0 6	C 0 8 J 7/00 3 0 6
H 0 5 H 1/24		H 0 5 H 1/24

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-74197

(22) 出願日 平成10年(1998)3月23日

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71) 出願人 591288056

パール工業株式会社

大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番13号

(72) 発明者 佐伯 登

大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番13号 パール工業株式会社内

(72) 発明者 後藤 公爾

大阪府大阪市住之江区南加賀屋3丁目8番13号 パール工業株式会社内

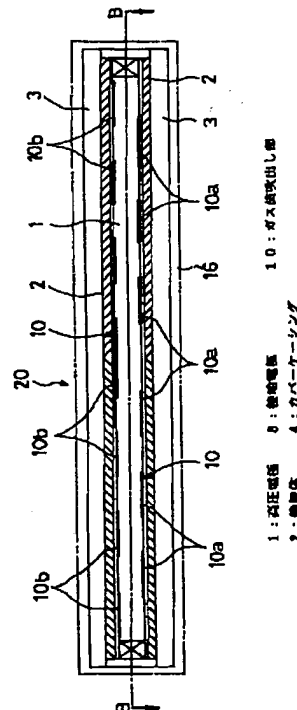
(74) 代理人 弁理士 鈴江 孝一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 装置全体の小型化、多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組み込みの容易性だけでなく、電極部構成を簡単にして製作コストの大幅な低減が図れ、かつ、異常放電による電力ロスを無くし大気圧下でも常に安定したグロー放電プラズマを発生させて所定の表面処理を確実、かつ効率よく行なえるようにする。

【解決手段】 中実帯板状に形成された高压電極1とその厚み方向の両側に絶縁体2、2を挟んで対向配置された接地電極3、3とを備え、高压電極1の中実内部には反応ガス供給通路6が孔明け加工により形成されるとともに、高压電極1の幅方向一端側の表裏両面に、複数個のスリット状ガス吹出し穴10a、10bが長手方向に沿って断片的に、かつ、表裏互い違いに配置して形成されており、これら複数個のスリット状ガス吹出し穴10a、10bから構成されるガス流吹出し部10から被処理物の表面に対して略直線状にガス流を噴出可能に構成している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 高圧電極と接地電極との間に形成される放電部に少なくともヘリウムまたは水素を含む不活性ガスと酸素または含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍圧力で導入し通過させるとともに上記両電極に高周波電圧を印加することにより、上記放電部にグロー放電プラズマを発生させて該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を上記放電部の下流側に設けた吹出し部から被処理物の表面に噴出するように構成されているプラズマ処理装置であって、上記高圧電極が中実帯板状に形成されているとともに、この帯板状高圧電極の厚み方向の両側にそれぞれ絶縁体を挟んで上記接地電極が対向配置され、上記帯板状高圧電極の中実内部にはその長手方向に沿わせて上記反応ガスの供給通路が形成されているとともに、該帯板状高圧電極の幅方向一端側の表裏両面にはそれぞれ、上記反応ガス供給通路に連通接続する複数のスリット状ガス吹出し穴が上記長手方向に沿って断片的に、かつ、表裏互い違いに配置して形成されており、これら表裏複数のスリット状ガス吹出し穴により構成される上記吹出し部から上記励起種を含むガス流を被処理物表面に対して略直線状に噴出可能に構成していることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 上記帯板状高圧電極の中実内部に、上記反応ガス供給通路に並行して冷却水の循環用通路が形成されている請求項1に記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 上記中実帯板状高圧電極のうち上記複数のスリット状ガス吹出し穴が表裏両面に形成される幅方向一端側部分は、その表裏両面が上記吹出し部に近付くにつれて互いに接近するような傾斜面を持つ略三角形に形成されている請求項1または2に記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 上記中実帯板状高圧電極の幅方向一端側の表裏両面に形成された複数のスリット状ガス吹出し穴は、上記長手方向に沿い互い違いに位置する表裏のスリット状ガス吹出し穴の一部が互いにラップするように配置されている請求項1、2または3に記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 上記高圧電極、接地電極及び絶縁体を包囲するカバーケーシング内には、整合器が一体に組み込まれている請求項1ないし4のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はプラズマ処理装置に関するもので、詳しくは、主としてポリエチレンやポリプロピレン、PTFE（ポリ四フッ化エチレン）などの撥水性を有する樹脂に塗料を塗布するか水性インクで印刷を施す際にその表面を親水性に改質したり、プラス

チックの表面に酸素のプラズマ処理によって濡れ性を付与したり、ガラス、セラミックス、金属、半導体等の疎水性表面を親水化したり、表面に付着した有機物を洗浄したりするなどの表面処理を行なう場合に用いられるプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 上記のような表面改質や有機物洗浄等の表面処理に用いられるプラズマ処理装置として、ヘリウムや水素等の不活性ガスと酸素や含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガス等の反応性気体とを混合してなる反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍（弱減圧または弱加圧）圧力で高圧電極と接地電極との間に形成される放電部に導入し通過させるとともに両電極に高周波電圧を印加することにより放電部にグロー放電プラズマを発生させて該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を被処理物の表面に向け噴出させて所定の表面処理を行なうように構成された大気圧プラズマ処理装置が、例えば特許第2589599号公報などに開示されているように従来より既に提案されている。

【0003】 この従来より提案されているプラズマ処理装置は大気圧下での表面処理が実現可能であって、それ以前から採用されていた低圧グロー放電プラズマによる処理装置、例えば真空容器内に互いに対向状態に配置した高圧電極と接地電極との間の放電部に酸素等の放電用反応ガスを導入させて両電極に高周波電圧を印加することにより低圧グロー放電プラズマを発生させ、該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガスによって接地電極上に設置保持させた被処理物の表面を処理するように構成されていたプラズマ処理装置に比べて、真空系を形成するための装置及び設備が不要であることから、装置全体の小型化および低コスト化が図れるとともに、被処理物を電極上に設置する必要もないので、被処理物の面積や厚み、形状に対応させやすく、多種多様な被処理物に対する表面処理に適用可能であり、また、生産プロセスのインラインへの組込みも容易で生産性の向上も図れるといった利点を有している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記特許第2589599号公報に代表される従来より提案の大気圧プラズマ処理装置は、一端が閉塞された箱状の放電部内に二重ダクト構造の反応ガス供給通路を形成するとともに、箱状放電部内の開放下端部側に細板状の一对の高圧電極と接地電極とを絶縁材セパレータを介して複数対向配置してその電極間に上記反応ガス供給通路が開口接続される筒状の放電空間を形成させてなるもので、電極部の構成が非常に複雑に入り込んだものであることから、製作組立が非常に困難で、装置全体のコストが高価になるばかりでなく、スパークやアーク放電などの異常放電を発生しやすく、この異常放電に伴う電力ロスにより大気圧下でのグロー放電プラズマの発生が不安定になりや

すいという問題があった。

【0005】本発明は上記のような実情に鑑みてなされたもので、装置全体の小型化、多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組み込みの容易性を図ることができるだけでなく、電極部の構成が簡単で製作コストの大幅な低減を達成できるとともに、異常放電による電力ロスを無くし大気圧下でも常に安定したグロー放電プラズマを発生させて所定の表面処理を確実、かつ効率よく行なうことができるプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係るプラズマ処理装置は、高压電極と接地電極との間に形成される放電部に少なくともヘリウムまたは水素を含む不活性ガスと酸素または含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍圧力で導入し通過させるとともに上記両電極に高周波電圧を印加することにより、上記放電部にグロー放電プラズマを発生させて該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を上記放電部の下流側に設けた吹出し部から被処理物の表面に噴出するように構成されているプラズマ処理装置であって、上記高压電極が中実帯板状に形成されているとともに、この帯板状高压電極の厚み方向の両側にそれぞれ絶縁体を挟んで上記接地電極が対向配置され、上記帯板状高压電極の中実内部にはその長手方向に沿わせて上記反応ガスの供給通路が形成されているとともに、該帯板状高压電極の幅方向一端側の表裏両面にはそれぞれ、上記反応ガス供給通路に連通接続する複数のスリット状ガス吹出し穴が上記長手方向に沿って断片的に、かつ、表裏互い違いに配置して形成されており、これら表裏複数のスリット状ガス吹出し穴により構成される上記吹出し部から上記励起種を含むガス流を被処理物表面に対して略直線状に噴出可能に構成していることを特徴とするものである。

【0007】上記構成の本発明によれば、単一の中実帯板状の高压電極を用いて、その中実内部への孔明け加工及び幅方向一端側の表裏両面へのスリット加工という汎用の加工手段によって反応ガス供給通路及びガス吹出し穴を簡単に形成することが可能である上、該高压電極の厚み方向の両側に絶縁体を挟んで接地電極を重ね合わせるという非常に簡易な組立手段をもって反応ガス供給機能及び略直線状のガス流噴出機能を備えた電極部を構成することが可能である。これによって、低圧グロー放電プラズマによる処理装置に比べて装置全体の小型化、面積や厚み、形状などが多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組み込みの容易性はもちろん、箱状放電部内に二重ダクト構造の反応ガス供給通路を形成するとともに細板状の一対の高压電極と接地電極とを複数対向配置してそれら電極間に筒状

放電空間を形成してなる従来より提案の大気圧プラズマ処理装置に比べて、電極部全体の構成が非常に簡単で、製作コストの大幅な低減が図れる。また、スパークやアーク放電などの異常放電に伴う電力ロスが生じにくい構成であるから、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生を安定化しやすく、プラズマによる所定の表面処理を常に適正かつ効率よく行なわせることが可能である。

【0008】上述のように動作するプラズマ処理装置において、請求項2に記載のように、上記帯板状高压電極の中実内部に上記反応ガス供給通路に並行して冷却水の循環用通路を形成する場合は、二重ダクトなど特別な構成を採用しなくても、反応ガス供給通路の場合と同様に孔明け加工によって冷却水循環用通路を高压電極自体に形成することが可能で、電極部構成を簡単にして製作コストの低減を図りつつ、長時間に亘って表面処理を行なう時の高压電極の過熱を防いで所定の表面処理を連続的に効率よく実行することが可能である。

【0009】また、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項3に記載のように、上記中実帯板状高压電極のうち上記複数のスリット状ガス吹出し穴が表裏両面に形成される幅方向一端側部分を、その表裏両面が上記吹出し部に近付くにつれて互いに接近するような傾斜面を持つ略三角形に形成する場合は、表裏両面に形成されているスリット状ガス吹出し穴同士を可能な限り相互に近接させてこれら穴から噴出されるガス流の直線度を高めることができるだけでなく、表裏の両傾斜面に沿わせて絶縁体を配置することで高压電極の露出をなくする、または非常に少なくすることが可能であるため、両電極間に形成される放電部とカバーケーシングとの間でのスパーク等の異常放電に伴う電力ロスを抑制し、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生を安定化させて所定の表面処理を一層適正に、かつ効率よく行なうことができる。

【0010】また、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項4に記載のように、上記中実帯板状高压電極の幅方向一端側の表裏両面に形成された複数のスリット状ガス吹出し穴を電極長手方向で隣接する表裏のスリット状ガス吹出し穴の一部が互いにラップするように配置させる構成とする場合は、噴出ガス流を一直線状に確実に形成させ被処理物の表面全域をもれなく均一に処理することができる。

【0011】さらに、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項5に記載のように、上記高压電極、接地電極及び絶縁体を包囲するカバーケーシング内に整合器を一体に組み込んだ構成とする場合は、整合器と電極の給電端子とを電氣的にも物理的にも直付けすることが可能で、特に、高周波（100KHz以上）高電力使用態様での電力ロスを低減しプラズマ処理の安定化が図れるとともに、両者間に亘る接続用配線が外部に露出することによる他物との引掛りなどのトラブル発生を防止でき、

かつ、装置全体をコンパクトに一体化してロボットへの装着使用も可能となるといったように、該プラズマ処理装置の使用形態に自由性を持たせることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面にもとづいて説明する。図1は本発明に係るプラズマ処理装置の第1の実施形態を示す側面図、図2はその底面図、図3は図1のA-A線に沿った縦断正面図、図4は図2のB-B線に沿った縦断側面図である。

【0013】この第1の実施形態における大気圧プラズマ処理装置20は、基本的に、中実帯板状に形成された10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

【0014】上記高压電極1の中実内部には、図4に示すように、電極長手方向の全長に亘る孔明け加工及びその孔両端部への栓5の圧入固定(図5参照)によってヘリウムガスまたは水素を含む不活性ガスと酸素または含フッ素化合物(フルオロカーボン系)ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを大気圧下で供給する反応ガス供給通路6が電極長手方向に沿わせて形成されているとともに、該反応ガス供給通路6よりも上部の中実内部には、電極長手方向の全長に亘る孔明け加工及びその孔両端部への栓7の圧入固定(図5参照)によって上記反応ガス供給通路6に並行する状態の冷却水循環用通路8が形成されており、かつ、上記高压電極1の幅方向一端部(上端部)には給電端子9が設けられている。

【0015】また、上記中実帯板状の高压電極1の幅方向他端側の表裏両面にはそれぞれ、図5に明示するように、略半円形状の複数のスリット状ガス吹出し穴10 a..., 10 b...が電極長手方向に沿って断片的に形成されている。これらスリット状ガス吹出し穴10 a..., 10 b...は上記電極長手方向に沿って表裏互い違いに、かつ、表裏互い違いに位置するスリット状ガス吹出し穴10 a, 10 bの一部が互いにラップするように配置されているとともに、それぞれ細孔11 a..., 11 b...を介して上記反応ガス供給通路6に連通接続されており、これら表裏複数のスリット状ガス吹出し穴10 a..., 10 b...により上記放電部15, 15でのグロー放電プラズマの発生に伴い生成される化学的に活性な励起種を含むガス流(以下、プラズマフレアと称するものも含む)を被処理物の表面に対して略直線状に噴出可能な吹出し部10が構成されている。

【0016】なお、図1中の12は、上記カバーケーシ

ング4の長手方向の両端に上下位置調整可能に装着された大気圧プラズマ処理装置20の設置用ブラケットである。また、図1の仮想線で示すように、大気圧プラズマ処理装置20における吹出し部10から被処理物の表面に噴出されて反応した後の排気ガスを回収する排気ダクト16などを設置する場合は、作業環境を良好に保てるだけでなく、不活性ガスの再生使用も可能である。また、この第1の実施形態による大気圧プラズマ処理装置20において、高压電極1の表面に、例えばテフロン系の絶縁テープを貼って該電極1の露出を少なくしてもよい。

【0017】次に、上記のように構成された第1の実施形態による大気圧プラズマ処理装置20の使用形態及び動作について説明する。図6に示すように、被処理物の一例であるPTFEなどの樹脂シート材13を水平姿勢に載置して連続搬送可能なコンベア14の搬送経路中間位置の上部に大気圧プラズマ処理装置20を横断状態に設置固定して使用される。そして、上記コンベア14によって樹脂シート材13を水平搬送させつつ、大気圧もしくは大気圧近傍(弱減圧または弱加圧)圧力下で上記反応ガス供給通路6に反応ガスを供給し、この反応ガスを複数の細孔11 a..., 11 b...及びスリット状ガス吹出し穴10 a..., 10 b...を通して高压電極1と接地電極3, 3との間に形成される放電部15, 15に導入するとともに上記高压電極1に高周波電圧(10 KHz ~ 500 MHz)を印加することによって、上記放電部15, 15に大気圧下でグロー放電プラズマを発生させ、該プラズマにより生成されるイオン、ラジカルなどの化学的に活性な励起種を含む反応性ガス流、すなわち、プラズマフレアを上記複数のスリット状ガス吹出し穴10 a..., 10 b...により構成される吹出し部10から樹脂シート材13の表面に向け略直線状に噴出させることによって、該樹脂シート材13の表面を親水性に改質して樹脂シート材13に対する塗料やインクののり具合や接着性を著しく改善することができる。

【0018】以上のような表面処理動作を行なうプラズマ処理装置20を構成するに際して、本発明では、単一の中実帯板状の高压電極1を用い、その中実内部への孔明け加工及び幅方向一端側の表裏両面へのスリット加工という汎用の加工手段により反応ガス供給通路6及びガス吹出し穴10 a..., 10 b...を簡単に形成することが可能であるとともに、該高压電極1の厚み方向の両側に絶縁体2, 2を挟んで接地電極3, 3を重ね合わせるという非常に簡易な組立手段をもって電極部を構成することが可能となり、このように電極部全体の構成が非常に簡単であることから、製作コストの大幅な低減が図れる。また、もしくは大気圧近傍圧力下においてもスパークやアーク放電などの異常放電に伴う電力ロスが生じにくい構成であるから、放電部15, 15に安定よくグロー放電プラズマを発生させてプラズマによる所定の表面処理

を常に適正かつ効率よく行なわせることができる。

【0019】特に、帯板状高压電極1の中実内部への孔明け加工によって上記反応ガス供給通路6に並行して冷却水の循環用通路8が形成されているので、電極部構成を簡単にして製作コスト低減効果を保ちつつも、長時間に亘って表面処理を行なう時の高压電極1の過熱を防いで連続処理による効率向上を図ることができる。

【0020】また、上記中実帯板状高压電極1の幅方向一端側の表裏両面に形成された複数のスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…を電極長手方向で隣接する表裏のスリット状ガス吹出し穴10a、10bの一部が互いにラップするように配置形成しているため、噴出プラズマフレアを途切れなく確実に一直線状として被処理物である樹脂シート材13の表面全域をもれなく均一に親水性に改質処理することができる。

【0021】図7～図9は本発明に係るプラズマ処理装置の第2の実施形態を示す一部切欠き側面図、一部破断の底面図及び一部を省略した正面図であり、この第2の実施形態における大気圧プラズマ処理装置30の基本的な構成は、上記第1の実施形態と同様に、中実帯板状の高压電極1と、この高压電極1の厚み方向の両側にそれぞれ帯状の絶縁体2、2を挟んで対向配置された表裏一对の帯板状の接地電極3、3と、これら高压電極1、接地電極3、3及び絶縁体2、2のうち高压電極1と接地電極3、3との間に形成される放電部15、15を除く全体を包囲するように角U字形状に形成されたアルミニウム製のカバーケーシング4とからなり、その他の構成で上記第1の実施形態と同一もしくは相当部分には同一の符号を付してそれらの詳しい説明を省略し、以下、相違点のみについて説明する。

【0022】この第2の実施形態においては、高压電極1の形状及びプラズマフレア吹出し部10の構成が第1の実施形態とは相違する。すなわち、中実帯板状の高压電極1の幅方向一端側部分1Aが下方を頂点とする略二等辺三角形形状に形成されており、この略二等辺三角形形状部分1Aの表裏両傾斜面それぞれに、略半円形状の複数のスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…が電極長手方向に沿って断片的に、かつ、表裏互い違いに、また、表裏で互い違いに位置するスリット状ガス吹出し穴10a、10bの一部が互いにラップするように配置して形成されている。また、上記高压電極1の形状変更に関連して上記略二等辺三角形形状部分1Aの表裏両傾斜面に沿わせても傾斜絶縁体2、2が配置されており、これによって高压電極1の露出を非常に少なくしている。さらに、この第2の実施形態では、整合回路を構成するため、給電端子9から高压電極1に至る給電経路に高周波電圧を任意に調整可能とするバリコン17及びコイル18が設けられており、整合器と一体化されている。

【0023】上記のような構成の第2の実施形態による

大気圧プラズマ処理装置30の使用形態及び動作も基本的には上記第1の実施形態による大気圧プラズマ処理装置20と同様であるが、それに加えて、該第2の実施形態による大気圧プラズマ処理装置30の場合は、表裏両傾斜面に形成されているスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…同士を可能な限り近接させてこれら穴10a…、10b…から噴出されるプラズマフレアの直線度を高めることができるだけでなく、表裏の両傾斜面に沿わせて絶縁体2、2を配置することで高压電極1の露出をなくする、または非常に少なくすることが可能であるため、接地電極3との間に形成される放電部15、15とカバーケーシング4との間でのスパーク等の異常放電に伴う電力ロスを抑制し、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生をより安定化させて所定の表面処理を一層適正に、かつ効率的に行なうことができる。

【0024】なお、上記第2の実施形態で説明しているように、カバーケーシング4内に図示省略している高周波電源と高压電極1とのマッチングのための整合器を一体に組込んだ構成とする場合は、整合器と電極1の給電端子9とを電氣的にも物理的にも直付けすることが可能で、特に、高周波(100KHz以上)高電力使用態様での電力ロスを低減しプラズマ処理の安定化が図れるとともに、両者間に亘る接続用配線が外部に露出することによる他物との引掛りや電波漏洩などのトラブル発生を防止でき、かつ、装置全体を一層コンパクトに一体化してロボットへの装着使用も可能となるといったように、該プラズマ処理装置の使用形態の自由度を広げることができる。

【0025】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、大気圧もしくは大気圧近傍の圧力下でも安定なグロー放電プラズマを発生させることができるとともに、このプラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を被処理物の表面に向けて噴出させて所定の処理を行なうことが可能であるから、低压グロー放電プラズマによる処理装置に比べて、装置全体の著しい小型軽量化および低コスト化、面積や厚み、形状などが多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組込みの容易性を図ることができるのはもとより、ガス流を被処理物の表面に向けて噴出させる形態のものとして従来より既に提案されている大気圧プラズマ処理装置に比べても、電極部全体の構成が非常に簡単で、製作コストを大幅に低減することができる。しかも、スパークやアーク放電などの異常放電に伴う電力ロスが生じにくい構成であるから、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生を安定化しやすく、プラズマによる所定の表面処理を常に適正かつ効率よく行なわせることができるという効果を奏する。

【0026】また、請求項2に記載のような構成を採用することにより上記効果に加えて、長時間に亘って表面

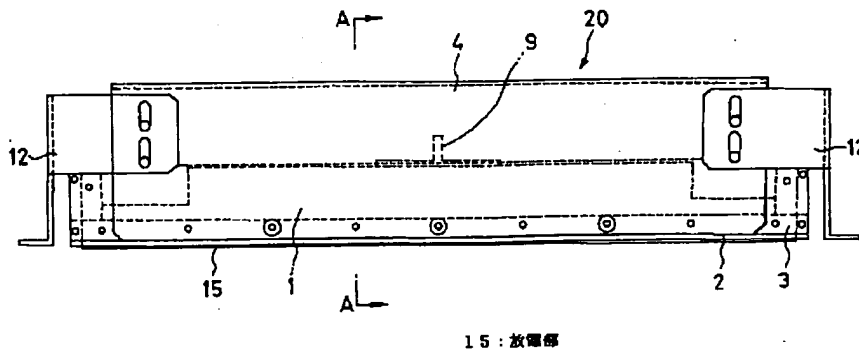
処理を行なう時の高压電極の過熱を防いで所定の表面処理を連続的に効率よく実行することができ、また、請求項3に記載のような構成を採用することにより噴出されるガス流の直線度を高めることができるだけでなく、高压電極の露出をなくする、または非常に少なくすることができ、放電部とカバーケーシングとの間でのスパーク等の異常放電に伴う電力ロスを抑制し、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生をより安定化させて所定の表面処理を一層適正に、かつ効率的に行なうことができる。

【0027】さらに、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項4に記載のような構成を採用する場合は、噴出ガス流を途切れなく確実に一直線状として被処理物の表面全域をもれなく均一に処理することができ、さらにまた、請求項5に記載のように、カバーケーシング内に整合器を一体に組み込んだ構成とする場合は、整合器と電極の給電端子とを電気的にも物理的にも直付けすることが可能で、特に、高周波（100KHz以上）高電力使用態様での電力ロスを低減しプラズマ処理の安定化が図れるとともに、両者間に亘る接続用配線が外部に露出することによる他物との引掛りや電波漏洩などのトラブル発生を防止でき、かつ、装置全体をコンパクトに一体化してロボットへの装着使用も可能となるといったように、該プラズマ処理装置の使用形態に自由性を持たせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプラズマ処理装置の第1の実施形態による大気圧プラズマ装置の側面図である。

【図1】



15：放電部

【図2】図1の底面図である。

【図3】図1のA-A線に沿った縦断正面図である。

【図4】図2のB-B線に沿った縦断側面図である。

【図5】第1の実施形態による大気圧プラズマ処理装置における電極の要部拡大斜視図である。

【図6】同上大気圧プラズマ処理装置の使用形態を示す概略斜視図である。

【図7】本発明に係るプラズマ処理装置の第2の実施形態による大気圧プラズマ処理装置の一部切欠き側面図である。

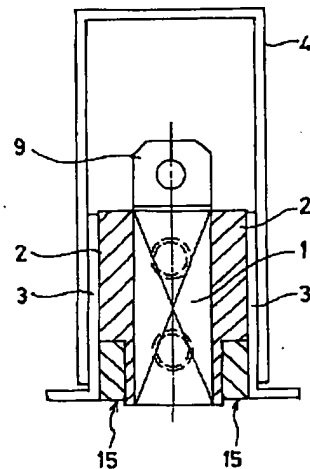
【図8】同上大気圧プラズマ処理装置の一部破断の底面図である。

【図9】同上大気圧プラズマ処理装置の一部を省略した正面図である。

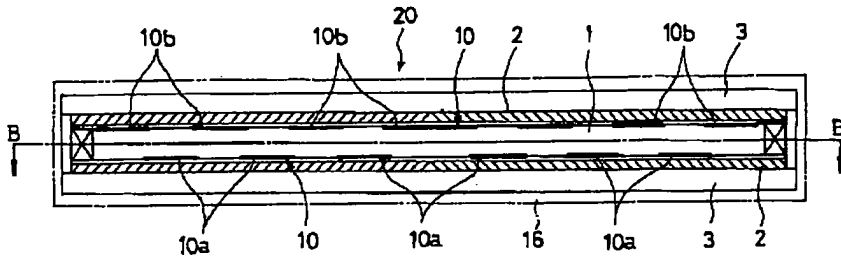
【符号の説明】

- 1 高压電極
- 1 A 三角形部分
- 2, 2' 絶縁体
- 3 接地電極
- 4 カバーケーシング
- 6 反応ガス供給通路
- 8 冷却水循環用通路
- 10 ガス流吹出し部
- 10 a, 10 b スリット状ガス吹出し穴
- 13 樹脂シート材（被処理物）
- 15 放電部

【図3】

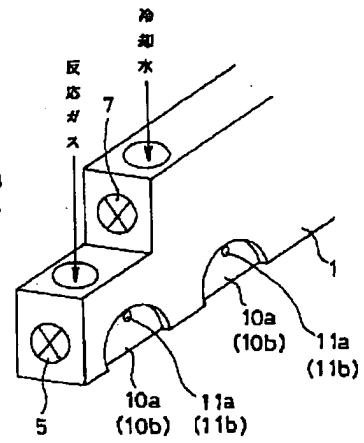


【図2】

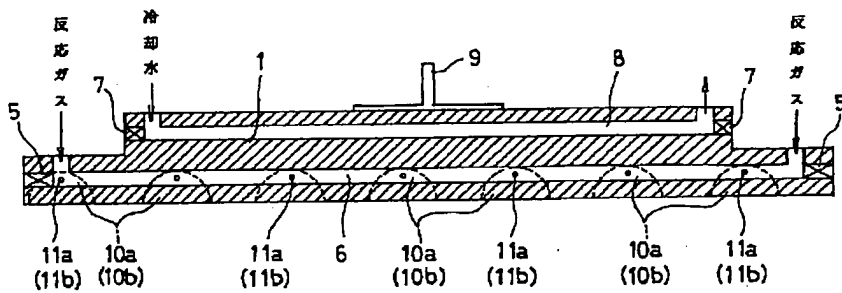


- 1: 高圧電極 3: 接地電極 10: ガス放出出し部
2: 絶縁体 4: カバーケーシング

【図5】

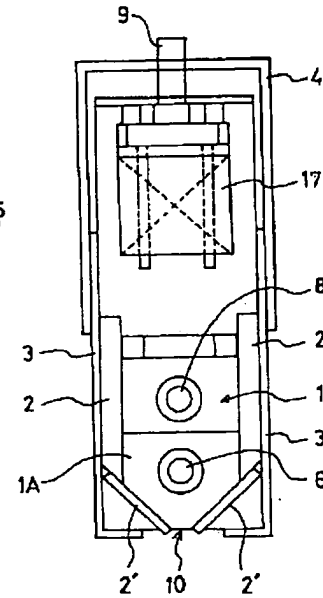


【図4】

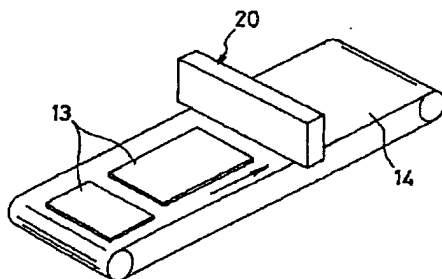


- 6: 反応ガス供給通路
8: 冷却水管取付通路
10a, 10b: スリット状ガス放出し穴

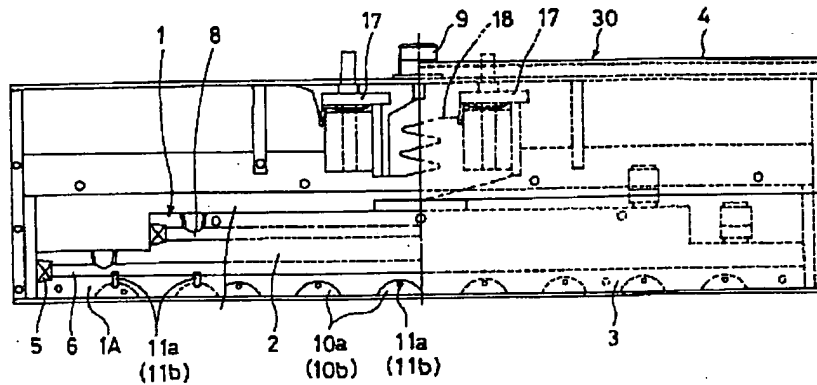
【図9】



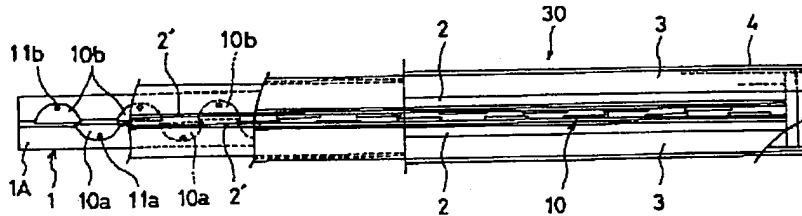
【図6】



【図7】



【図8】



【手続補正書】

【提出日】平成11年2月8日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】プラズマ処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 高压電極と接地電極との間に形成される放電部に少なくともヘリウムまたは水素を含む不活性ガスと酸素または含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍圧力で導入し通過させるとともに上記両電極に高周波電圧を印加することにより、上記放電部にグロー放電プラズマを発生させて該プラズマにより生成

される化学的に活性な励起種を含むガス流を上記放電部の下流側に設けた吹出し部から被処理物の表面に噴出するように構成されているプラズマ処理装置であって、上記高压電極が中実帯板状に形成されているとともに、この帯板状高压電極の厚み方向の両側にそれぞれ絶縁体を挟んで上記接地電極が対向配置され、上記帯板状高压電極の中実内部にはその長手方向に沿わせて上記反応ガスの供給通路が形成されているとともに、該帯板状高压電極の厚み方向の両側面にはそれぞれ、上記反応ガス供給通路に連通接続する複数のスリット状ガス吹出し穴が上記長手方向に沿って断片的に形成され、かつ、上記厚み方向の両側面のスリット状ガス吹出し穴が上記長手方向に沿い互い違いに位置するように配置されており、これら複数のスリット状ガス吹出し穴により構成される上記吹出し部から上記励起種を含むガス流を被処理物

表面に対して略直線状に噴出可能に構成していることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 上記帯板状高压電極の中実内部に、上記反応ガス供給通路と並行して冷却水の循環用通路が形成されている請求項 1 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 3】 上記中実帯板状高压電極のうち、厚み方向の両側面に上記複数個のスリット状ガス吹出し穴が形成されている部分は、その両側面が上記吹出し部に近付くにつれて互いに接近するような傾斜面を持つ略三角形に形成されている請求項 1 または 2 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 4】 上記中実帯板状高压電極の厚み方向の両側面に形成された複数個のスリット状ガス吹出し穴は、上記長手方向に沿い互い違いに位置するスリット状ガス吹出し穴の一部が互いにラップするように配置されている請求項 1、2 または 3 に記載のプラズマ処理装置。

【請求項 5】 上記高压電極、接地電極及び絶縁体を包囲するカバーケーシング内には、整合器が一体に組み込まれている請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマ処理装置に関するもので、詳しくは、主としてポリエチレンやポリプロピレン、PTFE（ポリ四フッ化エチレン）などの撥水性を有する樹脂に塗料を塗布するとか水性インクで印刷を施す際にその表面を親水性に改質したり、プラスチックの表面に酸素のプラズマ処理によって濡れ性を付与したり、ガラス、セラミックス、金属、半導体等の疎水性表面を親水化したり、表面に付着した有機物を洗浄したりするなどの表面処理を行なう場合に用いられるプラズマ処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】上記のような表面改質や有機物洗浄等の表面処理に用いられるプラズマ処理装置として、ヘリウムや水素等の不活性ガスと酸素や含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガス等の反応性気体とを混合してなる反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍（弱減圧または弱加圧）圧力下で高压電極と接地電極との間に形成される放電部に導入し通過させるとともに両電極に高周波電圧を印加することにより放電部にグロー放電プラズマを発生させて該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を被処理物の表面に向け噴出させて所定の表面処理を行なうように構成された大気圧プラズマ処理装置が、例えば特許第 2 5 8 9 5 9 9 号公報などに開示されているように従来より既に提案されている。

【0003】この従来より提案されているプラズマ処理装置は大気圧下での表面処理が実現可能であって、それ以前から採用されていた低压グロー放電プラズマによる処理装置、例えば真空容器内に互いに対向状態に配置し

た高压電極と接地電極との間の放電部に酸素等の放電用反応ガスを導入させて両電極に高周波電圧を印加することにより低压グロー放電プラズマを発生させ、該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガスによって接地電極上に設置保持させた被処理物の表面を処理するように構成されていたプラズマ処理装置に比べて、真空系を形成するための装置及び設備が不要であることから、装置全体の小型化および低コスト化が図れるとともに、被処理物を電極上に設置する必要もないので、被処理物の面積や厚み、形状に対応させやすく、多種多様な被処理物に対する表面処理に適用可能であり、また、生産プロセスのインラインへの組込みも容易で生産性の向上も図れるといった利点を有している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記特許第 2 5 8 9 5 9 9 号公報に代表される従来より提案の大気圧プラズマ処理装置は、一端が閉塞された箱状の放電部に二重ダクト構造の反応ガス供給通路を形成するとともに、箱状放電部内の開放下端部側に細板状の一对の高压電極と接地電極とを絶縁材セパレータを介して複数対向配置してその電極間に上記反応ガス供給通路が開口接続される筒状の放電空間を形成させてなるもので、電極部の構成が非常に複雑に入り込んだものであることから、製作組立が非常に困難で、装置全体のコストが高価になるばかりでなく、スパークやアーク放電などの異常放電を発生しやすく、この異常放電に伴う電力ロスにより大気圧下でのグロー放電プラズマの発生が不安定になりやすいという問題があった。

【0005】本発明は上記のような実情に鑑みてなされたもので、装置全体の小型化、多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組込みの容易性を図ることができるだけでなく、電極部の構成が簡単で製作コストの大幅な低減を達成できるとともに、異常放電による電力ロスを無くし大気圧下でも常に安定したグロー放電プラズマを発生させて所定の表面処理を確実、かつ効率よく行なうことができるプラズマ処理装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係るプラズマ処理装置は、高压電極と接地電極との間に形成される放電部に少なくともヘリウムまたは水素を含む不活性ガスと酸素または含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを大気圧もしくは大気圧近傍圧力下で導入し通過させるとともに上記両電極に高周波電圧を印加することにより、上記放電部にグロー放電プラズマを発生させて該プラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を上記放電部の下流側に設けた吹出し部から被処理物の表面に噴出するように構成されているプラズマ処理装置であって、上記高压電極が中実帯板状に形成

されているとともに、この帯板状高压電極の厚み方向の両側にそれぞれ絶縁体を挟んで上記接地電極が対向配置され、上記帯板状高压電極の中実内部にはその長手方向に沿わせて上記反応ガスの供給通路が形成されているとともに、該帯板状高压電極の厚み方向の両側面にはそれぞれ、上記反応ガス供給通路に連通接続する複数のスリット状ガス吹出し穴が上記長手方向に沿って断片的に形成され、かつ、上記厚み方向の両側面のスリット状ガス吹出し穴が上記長手方向に沿い互い違いに位置するように配置されており、これら複数のスリット状ガス吹出し穴により構成される上記吹出し部から上記励起種を含むガス流を被処理物表面に対して略直線状に噴出可能に構成していることを特徴とするものである。

【0007】上記構成の本発明によれば、単一の中実帯板状の高压電極を用いて、その中実内部への孔明け加工及びその厚み方向の両側面へのスリット加工という汎用の加工手段によって反応ガス供給通路及びガス吹出し穴を簡単に形成することが可能である上、該高压電極の厚み方向の両側に絶縁体を挟んで接地電極を重ね合わせるという非常に簡易な組立手段をもって反応ガス供給機能及び略直線状のガス流噴出機能を備えた電極部を構成することが可能である。これによって、低压グロー放電プラズマによる処理装置に比べて装置全体の小型化、面積や厚み、形状などが多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組込みの容易性はもちろん、箱状放電部内に二重ダクト構造の反応ガス供給通路を形成するとともに細板状の一对の高压電極と接地電極とを複数対向配置してそれら電極間に筒状放電空間を形成してなる従来より提案の大気圧プラズマ処理装置に比べて、電極部全体の構成が非常に簡単で、製作コストの大幅な低減が図れる。また、スパークやアーク放電などの異常放電に伴う電力ロスが生じにくい構成であるから、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生を安定化しやすく、プラズマによる所定の表面処理を常に適正かつ効率よく行なわせることが可能である。

【0008】上述のように動作するプラズマ処理装置において、請求項2に記載のように、上記帯板状高压電極の中実内部に上記反応ガス供給通路に並行して冷却水の循環用通路を形成する場合は、二重ダクトなど特別な構成を採用しなくても、反応ガス供給通路の場合と同様に孔明け加工によって冷却水循環用通路を高压電極自体に形成することが可能で、電極部構成を簡単にして製作コストの低減を図りつつ、長時間に亘って表面処理を行なう時の高压電極の過熱を防いで所定の表面処理を連続的に効率よく実行することが可能である。

【0009】また、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項3に記載のように、上記中実帯板状高压電極のうち、厚み方向の両側面に上記複数のスリット状ガス吹出し穴が形成されている部分は、その両側面が上記吹出し部に近付くにつれて互いに接近するような傾斜面

を持つ略三角形状に形成する場合は、厚み方向の両側面に形成されているスリット状ガス吹出し穴同士を可能な限り相互に近接させてこれら穴から噴出されるガス流の直線度を高めることができるだけでなく、両傾斜面に沿わせて絶縁体を配置することで高压電極の露出をなくする、または非常に少なくすることが可能であるため、両電極間に形成される放電部とカバーケーシングとの間でのスパーク等の異常放電に伴う電力ロスを抑制し、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生を安定化させて所定の表面処理を一層適正に、かつ効率的に行なうことができる。

【0010】また、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項4に記載のように、上記中実帯板状高压電極の厚み方向の両側面に形成された複数のスリット状ガス吹出し穴を、上記長手方向に沿い互い違いに位置するスリット状ガス吹出し穴の一部が互いにラップするように配置させる構成を採用する場合は、噴出ガス流を一直線状に確実に形成させ被処理物の表面全域をもれなく均一に処理することができる。

【0011】さらに、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項5に記載のように、上記高压電極、接地電極及び絶縁体を包囲するカバーケーシング内に整合器を一体に組み込んだ構成とする場合は、整合器と電極の給電端子とを電気的にも物理的にも直付けすることが可能で、特に、高周波（100KHz以上）高電力使用態様での電力ロスを低減しプラズマ処理の安定化が図れるとともに、両者間に亘る接続用配線が外部に露出することによる他物との引掛りなどのトラブル発生を防止でき、かつ、装置全体をコンパクトに一体化してロボットへの装着使用も可能となるといったように、該プラズマ処理装置の使用形態に自由性を持たせることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面にもとづいて説明する。図1は本発明に係るプラズマ処理装置の第1の実施形態を示す側面図、図2はその底面図、図3は図1のA-A線に沿った縦断正面図、図4は図2のB-B線に沿った縦断側面図である。

【0013】この第1の実施形態における大気圧プラズマ処理装置20は、基本的に、中実帯板状に形成された高压電極1と、この高压電極1の厚み方向の両側にそれぞれ帯状の絶縁体2、2を挟んで対向配置することで上記高压電極1に対し電気的に隔離してアース接地された一对の帯板状の接地電極3、3と、これら高压電極1、接地電極3、3及び絶縁物2、2のうち、上記高压電極1と接地電極3、3との間に形成される放電部15、15を除く全体を包囲するように角U字形状に形成されたアルミニウム製のカバーケーシング4とからなる。

【0014】上記高压電極1の中実内部には、図4に示すように、電極長手方向の全長に亘る孔明け加工及びその孔両端部への栓5の圧入固定（図5参照）によってへ

リウムガスまたは水素を含む不活性ガスと酸素または含フッ素化合物（フルオロカーボン系）ガスを含む反応性気体との混合反応ガスを大気圧下で供給する反応ガス供給通路6が電極長手方向に沿わせて形成されているとともに、該反応ガス供給通路6よりも上部の中実内部には、電極長手方向の全長に亘る孔明け加工及びその孔両端部への栓7の圧入固定（図5参照）によって上記反応ガス供給通路6に並行する状態の冷却水循環用通路8が形成されており、かつ、上記高压電極1の帯幅方向の一端側（上端側）には給電端子9が設けられている。

【0015】また、上記中実帯板状の高压電極1の厚み方向の両側面1a、1bで、その帯幅方向の他端側（下端側）にはそれぞれ、図5に明示するように、略半円形状の複数のスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…が電極長手方向に沿って断片的に形成されている。中実帯板状の高压電極1の厚み方向の一侧面1aに形成されたスリット状ガス吹出し穴10a…と厚み方向の他端面1bに形成されたスリット状ガス吹出し穴10b…とは上記電極長手方向に沿って互い違いに位置し、かつ、それら互い違いに位置するスリット状ガス吹出し穴10a、10bの一部が互いにラップするように配置されているとともに、それぞれ細孔11a…、11b…を介して上記反応ガス供給通路6に連通接続されており、これら複数のスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…により上記放電部15、15でのグロー放電プラズマの発生に伴い生成される化学的に活性な励起種を含むガス流（以下、プラズマフレアと称するものも含む）を被処理物の表面に対して略直線状に噴出可能な吹出し部10が構成されている。

【0016】なお、図1中の12は、上記カバーケーシング4の長手方向の両端に上下位置調整可能に装着された大気圧プラズマ処理装置20の設置用ブラケットである。また、図1の仮想線で示すように、大気圧プラズマ処理装置20における吹出し部10から被処理物の表面に噴出されて反応した後の排気ガスを回収する排気ダクト16などを設置する場合は、作業環境を良好に保てるだけでなく、不活性ガスの再生使用も可能である。また、この第1の実施形態による大気圧プラズマ処理装置20において、高压電極1の表面に、例えばテフロン系の絶縁テープを貼って該電極1の露出を少なくしてもよい。

【0017】次に、上記のように構成された第1の実施形態による大気圧プラズマ処理装置20の使用形態及び動作について説明する。図6に示すように、被処理物の一例であるPTFEなどの樹脂シート材13を水平姿勢に載置して連続搬送可能なコンベア14の搬送経路中間位置の上部に大気圧プラズマ処理装置20を横断状態に設置固定して使用される。そして、上記コンベア14によって樹脂シート材13を水平搬送させつつ、大気圧もしくは大気圧近傍（弱減圧または弱加圧）圧力下で上記

反応ガス供給通路6に反応ガスを供給し、この反応ガスを複数の細孔11a…、11b…及びスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…を通して高压電極1と接地電極3、3との間に形成される放電部15、15に導入するとともに上記高压電極1に高周波電圧（10KHz～500MHz）を印加することによって、上記放電部15、15に大気圧下でグロー放電プラズマを発生させ、該プラズマにより生成されるイオン、ラジカルなどの化学的に活性な励起種を含む反応性ガス流、すなわち、プラズマフレアを上記複数のスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…により構成される吹出し部10から樹脂シート材13の表面に向け略直線状に噴出させることによって、該樹脂シート材13の表面を親水性に改質して樹脂シート材13に対する塗料やインクののり具合や接着性を著しく改善することができる。

【0018】以上のような表面処理動作を行なうプラズマ処理装置20を構成するに際して、本発明では、単一の中実帯板状の高压電極1を用い、その中実内部への孔明け加工及びその厚み方向の両側面へのスリット加工という汎用の加工手段により反応ガス供給通路6及びガス吹出し穴10a…、10b…を簡単に形成することが可能であるとともに、該高压電極1の厚み方向の両側に絶縁体2、2を挟んで接地電極3、3を重ね合わせるという非常に簡易な組立手段をもって電極部を構成することが可能となり、このように電極部全体の構成が非常に簡単であることから、製作コストの大幅な低減が図れる。また、もしくは大気圧近傍圧力下においてもスパークやアーク放電などの異常放電に伴う電力ロスが生じにくい構成であるから、放電部15、15に安定よくグロー放電プラズマを発生させてプラズマによる所定の表面処理を常に適正かつ効率よく行なわせることができる。

【0019】特に、帯板状高压電極1の中実内部への孔明け加工によって上記反応ガス供給通路6に並行して冷却水の循環用通路8が形成されているので、電極部構成を簡単にして製作コスト低減効果を保ちつつも、長時間に亘って表面処理を行なう時の高压電極1の過熱を防いで連続処理による効率向上を図ることができる。

【0020】また、上記中実帯板状高压電極1の厚み方向の両側面1a、1bに形成された複数のスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…を電極長手方向で隣接するスリット状ガス吹出し穴10a、10bの一部が互いにラップするように配置形成しているため、噴出プラズマフレアを途切れなく確実に一直線状として被処理物である樹脂シート材13の表面全域をもれなく均一に親水性に改質処理することができる。

【0021】図7～図9は本発明に係るプラズマ処理装置の第2の実施形態を示す一部切欠き側面図、一部破断の底面図及び一部を省略した正面図であり、この第2の実施形態における大気圧プラズマ処理装置30の基本的な構成は、上記第1の実施形態と同様に、中実帯板状の

高压電極1と、この高压電極1の厚み方向の両側にそれぞれ帯状の絶縁体2、2を挟んで対向配置された一对の帯板状の接地電極3、3と、これら高压電極1、接地電極3、3及び絶縁体2、2のうち高压電極1と接地電極3、3との間に形成される放電部15、15を除く全体を包囲するように角U字形状に形成されたアルミニウム製等のカバーケーシング4とからなり、その他の構成で上記第1の実施形態と同一もしくは相当部分には同一の符号を付してそれらの詳しい説明を省略し、以下、相違点のみについて説明する。

【0022】この第2の実施形態においては、高压電極1の形状及びプラズマフレア吹出し部10の構成が第1の実施形態とは相違する。すなわち、中実帯板状の高压電極1の帯幅方向の一端側部分1Aが下方を頂点とする略二等辺三角形形状に形成されており、この略二等辺三角形形状部分1Aの両傾斜面1Aa、1Abそれぞれに、略半円形状の複数個のスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…が電極長手方向に沿って断片的に、かつ、両傾斜面1Aa、1Abのスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…が電極長手方向に沿い互い違いに位置し、また、それら互い違いに位置するスリット状ガス吹出し穴10a、10bの一部が互いにラップするように配置して形成されている。また、上記高压電極1の形状変更に関連して上記略二等辺三角形形状部分1Aの両傾斜面1Aa、1Abに沿わせても傾斜絶縁体2'、2'が配置されており、これによって高压電極1の露出を非常に少なくしている。さらに、この第2の実施形態では、整合回路を構成するため、給電端子9から高压電極1に至る給電経路に高周波電圧を任意に調整可能とするバリコン17及びコイル18が設けられており、整合器と一体化されている。

【0023】上記のような構成の第2の実施形態による大気圧プラズマ処理装置30の使用形態及び動作も基本的には上記第1の実施形態による大気圧プラズマ処理装置20と同様であるが、それに加えて、該第2の実施形態による大気圧プラズマ処理装置30の場合は、略二等辺三角形形状部分1Aの両傾斜面1Aa、1Abに形成されているスリット状ガス吹出し穴10a…、10b…同士を可能な限り近接させてこれら穴10a…、10b…から噴出されるプラズマフレアの直線度を高めることができるだけでなく、両傾斜面1Aa、1Abに沿わせて絶縁体2'、2'を配置することで高压電極1の露出をなくする、または非常に少なくすることが可能であるため、接地電極3との間に形成される放電部15、15とカバーケーシング4との間でのスパーク等の異常放電に伴う電力ロスを抑制し、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生をより安定化させて所定の表面処理を一層適正に、かつ効率的に行なうことができる。

【0024】なお、上記第2の実施形態で説明しているように、カバーケーシング4内に図示省略している高周

波電源と高压電極1とのマッチングのための整合器を一体に組み込んだ構成とする場合は、整合器と電極1の給電端子9とを電気的にも物理的にも直付けすることが可能で、特に、高周波（100KHz以上）高電力使用態様での電力ロスを低減しプラズマ処理の安定化が図れるとともに、両者間に亘る接続用配線が外部に露出することによる他物との引掛りや電波漏洩などのトラブル発生を防止でき、かつ、装置全体を一層コンパクトに一体化してロボットへの装着使用も可能となるといったように、該プラズマ処理装置の使用形態の自由度を広げることができる。

【0025】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、大気圧もしくは大気圧近傍の圧力下でも安定なグロー放電プラズマを発生させることができるとともに、このプラズマにより生成される化学的に活性な励起種を含むガス流を被処理物の表面に向けて噴出させて所定の処理を行なうことが可能であるから、低压グロー放電プラズマによる処理装置に比べて、装置全体の著しい小型軽量化および低コスト化、面積や厚み、形状などが多種多様な被処理物に対する適用性の拡充及び生産プロセスのインラインへの組み込みの容易性を図ることができるのはもとより、ガス流を被処理物の表面に向けて噴出させる形態のものとして従来より既に提案されている大気圧プラズマ処理装置に比べても、電極部全体の構成が非常に簡単で、製作コストを大幅に低減することができる。しかも、スパークやアーク放電などの異常放電に伴う電力ロスが生じにくい構成であるから、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生を安定化しやすく、プラズマによる所定の表面処理を常に適正かつ効率よく行なわせることができるという効果を奏する。

【0026】また、請求項2に記載のような構成を採用することにより上記効果に加えて、長時間に亘って表面処理を行なう時の高压電極の過熱を防いで所定の表面処理を連続的に効率よく実行することができ、また、請求項3に記載のような構成を採用することにより噴出されるガス流の直線度を高めることができるだけでなく、高压電極の露出をなくする、または非常に少なくすることができ、放電部とカバーケーシングとの間でのスパーク等の異常放電に伴う電力ロスを抑制し、大気圧下でのグロー放電プラズマの発生をより安定化させて所定の表面処理を一層適正に、かつ効率的に行なうことができる。

【0027】さらに、上記構成のプラズマ処理装置において、請求項4に記載のような構成を採用する場合は、噴出ガス流を途切れなく確実に一直線状として被処理物の表面全域をもれなく均一に処理することができ、さらにまた、請求項5に記載のように、カバーケーシング内に整合器を一体に組み込んだ構成とする場合は、整合器と電極の給電端子とを電気的にも物理的にも直付けすることが可能で、特に、高周波（100KHz以上）高電

力使用態様での電力ロスを低減しプラズマ処理の安定化が図れるとともに、両者間に亘る接続用配線が外部に露出することによる他物との引掛りや電波漏洩などのトラブル発生を防止でき、かつ、装置全体をコンパクトに一体化してロボットへの装着使用も可能となるといったように、該プラズマ処理装置の使用形態に自由性を持たせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係るプラズマ処理装置の第 1 の実施形態による大気圧プラズマ装置の側面図である。

【図 2】図 1 の底面図である。

【図 3】図 1 の A-A 線に沿った縦断正面図である。

【図 4】図 2 の B-B 線に沿った縦断側面図である。

【図 5】第 1 の実施形態による大気圧プラズマ処理装置における電極の要部拡大斜視図である。

【図 6】同上大気圧プラズマ処理装置の使用形態を示す概略斜視図である。

【図 7】本発明に係るプラズマ処理装置の第 2 の実施形態による大気圧プラズマ処理装置の一部切欠き側面図である。

【図 8】同上大気圧プラズマ処理装置の一部破断の底面図である。

【図 9】同上大気圧プラズマ処理装置の一部を省略した正面図である。

【符号の説明】

1 高压電極

1 a, 1 b 高压電極の両側面

1 A 三角形形状部分

2, 2' 絶縁体

3 接地電極

4 カバーケーシング

6 反応ガス供給通路

8 冷却水循環用通路

10 ガス流吹出し部

10 a, 10 b スリット状ガス吹出し穴

13 樹脂シート材 (被処理物)

15 放電部

【手続補正 2】

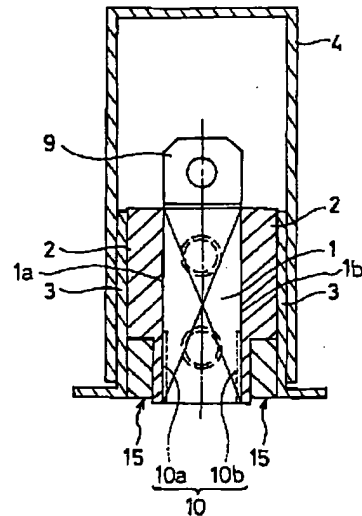
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 3】



【手続補正 3】

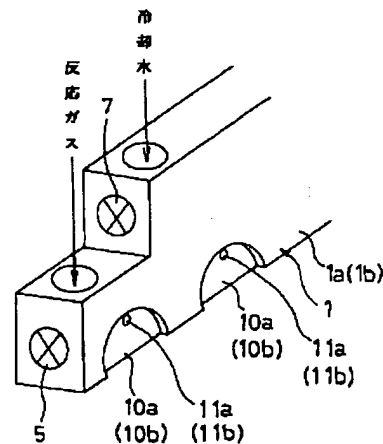
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 5

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 5】



【手続補正 4】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 9

【補正方法】変更

【補正内容】

【図 9】

